

PAT-NO: JP403092741A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03092741 A
TITLE: KNOCKING DETECTOR FOR INTERNAL
COMBUSTION ENGINE
PUBN-DATE: April 17, 1991

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
KAWAMURA, YOSHIHISA
IWAKIRI, YASUNORI

INT-CL (IPC): G01L023/22

US-CL-CURRENT: 73/35.06

ABSTRACT:

PURPOSE: To make it possible to detect knocking highly accurately by operating heat generation with respect to a crank angle based on a pressure changing waveform from which the high-frequency component of a combustion-chamber pressure which is detected with a sensor is cut out, and judging the strength of the knock based on the said operated value.

CONSTITUTION: The output signal from a cylinder pressure sensor 13 is inputted into a high-frequency cutting filter 21, and the specified high frequency component is removed. Thereafter, A/D conversion 22 is performed, and the signal is inputted into a reading inhibiting circuit 23. When the output of a comparator 24 is at an H level, the circuit 23 inhibits the reading of the output of the A/D converter 22 into a knock-strength operating circuit 25. At the time of an L level, the reading is allowed.

Meanwhile, the output of the sensor 13 is inputted into a high-pass filter HPF 28. The HPF 28 passes the specified high frequency component of a pressure vibration signal and outputs the component to the comparator 24. When the high frequency component of the pressure vibration signal exceeds a reference value, the comparator outputs an H-level signal. A cylinder-pressure estimating circuit 29 estimates the pressure in the cylinder during the period of the reading inhibition command when the output of the comparator 24 is at the H-level. The result is outputted to the circuit 25. The circuit 25 operates the knocking strength.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: The output signal from a cylinder pressure sensor 13 is inputted into a high-frequency cutting filter 21, and the specified high frequency component is removed. Thereafter, A/D conversion 22 is performed, and the signal is inputted into a reading inhibiting circuit 23. When the output of a comparator 24 is at an H level, the circuit 23 inhibits the reading of the output of the A/D converter 22 into a knock-strength operating circuit 25. At the time of an L level, the reading is allowed. Meanwhile, the output of the sensor 13 is inputted into a high-pass filter HPF 28. The HPF 28 passes the specified high frequency component of a pressure vibration signal and outputs the component to the comparator 24. When the high frequency component of the pressure vibration signal exceeds a reference value, the comparator outputs an H-level signal. A cylinder-pressure estimating

circuit 29 estimates
the pressure in the cylinder during the period of the
reading inhibition
command when the output of the comparator 24 is at the
H-level. The result is
outputted to the circuit 25. The circuit 25 operates the
knocking strength.

⑫ 公開特許公報(A) 平3-92741

⑤ Int. Cl.⁹
G 01 L 23/22識別記号 庁内整理番号
8104-2F

⑬ 公開 平成3年(1991)4月17日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全19頁)

⑭ 発明の名称 内燃機関のノッキング検出装置

⑯ 特 願 平1-230146

⑰ 出 願 平1(1989)9月4日

⑱ 発 明 者 川 村 佳 久 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内⑲ 発 明 者 岩 切 保 憲 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内

⑳ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

㉑ 代 理 人 弁理士 有我 軍一郎

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関のノッキング検出装置

2. 特許請求の範囲

- a) 燃焼圧力若しくはこれに比例して変化する信号を出力する圧力検出手段と
- b) 圧力検出手段の出力から所定の高周波成分を除去する除去手段と、
- c) エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、
- d) エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、
- e) 圧力検出手段で検出した燃焼圧力の高周波成分を除去した圧力変化波形およびエンジンの運転状態に基づいて1サイクル中のクランク角に対する全燃発生を演算するとともに、誤達禁止が指令されると前記燃焼圧力の読み込みを停止し、その間は推定手段により推定された燃焼圧力を用いて全燃発生の演算を行う全燃演算手段

と、

- f) 圧力検出手段の出力から所定の高周波成分を抽出し、該高周波成分のレベルが所定値以上のとき、あるいはクランク角が所定値のときの1つ以上のものに基づいて前記誤達禁止を指令する禁止指令手段と、
- g) 前述誤達禁止が指令されているとき、その期間は燃焼圧力の前後の値から禁止指令期間中の燃焼圧力を推定する前記推定手段と、
- h) 1サイクル中におけるノッキングによる燃発生の開始点を特定する開始点特定手段と、
- i) 1サイクル中におけるノッキングによる燃発生を演算するとともに、誤達禁止が指令されると前記全燃演算手段と同様に、その間は燃焼圧力の読み込みを停止し、推定された燃焼圧力を用いて燃発生を演算するノック燃演算手段と、
- j) 1サイクル中の正常燃焼による燃発生または全燃発生のうち1つ以上のものとノッキングによる燃発生との比を演算し、この比に基づいてノッキングの強度を判定するノック強度判定手

段と、

を備えたことを特徴とする内燃機関のノッキング検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、内燃機関のノッキング検出装置に係り、詳しくは、ノッキングの検出方法を改良し、筒内の圧力変化波形から1サイクル毎のクランク角に対する燃発生を演算し、例えば正常燃焼による燃発生部とノッキングによる燃発生との比を取り、この値によってノックの強度を判定するノッキング検出装置に関する。

(従来の技術)。

車両や機関の電子制御技術が大々的に用いられるようになってからは、ノッキングに対する取り組み方も多様になってきており、以前のようなノッキングの発生を燃焼室の形状やガス流動などの改良・燃焼のオクタン価を高くすることなどにより低減する手法に加えて、走行状態に応じて点火時期を人間の耳に感じない程度に軽微なノッキン

グの発生する限界付近まで進めるように制御し、燃料性状の違いや機関の要求オクタン価の経時変化に拘らず、その条件との最良の燃費や動力性能を得ようとする、ノッキング制御技術が量産車にも用いられるようになってきている。近時は、このノッキング制御技術を六気筒機関の気筒ごとに適用したものも出現している。また、最近の電子制御によるオンボード・ノッキング制御ではノッキングの検出と定量化技術が重要となっている。

自動車用として車載可能と考えられるノッキング検出方法は検知する物理量によって分類され、筒内圧力、エンジン振動、燃焼光、ノッキング音、シリンダ内イオン電流等の各種の方法がある。

このうち代表的な従来の内燃機関のノッキング検出装置としては、例えば「自動車技術」1986 V. 1・40 NO11に記載されたものがある。この装置では、点火プラグに筒内圧センサを取り付け、筒内圧センサの出力に基づく燃焼室内圧力変化波形のうちノッキング同波数付近の高周波成分を抽出して、その振動強さを数値化し、統計処理

3

によりノッキングレベルを決定している。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、このような従来の内燃機関のノッキング検出装置にあっては、筒内圧センサによる検出振動が取付位置、センサ種類、センサ形式、検出気筒により影響を受けるため、エンジンの機種毎にノック検出のロジックを適合させる必要があり、工数の増加、コストの増加を招く他、ロジックの適合が十分でない場合は検出精度が悪化するという問題点があった。

また、従来のノッキング検出方法に用いられている筒内圧センサは、エンジンに特殊加工を必要としない点で、有効性大であるが、燃焼圧力に加え、エンジン本体の振動、回転による機械的振動をも含むため、センサ出力から得られる高周波信号成分を利用する方法では、ノイズとなる振動成分を分離するのに困難があり、したがって、正規のノック成分を正確に検出できず、検出精度が十分でないという問題点があった。

例えば、高回転になると高周波の振動成分が増

4

加し、特に正規のノック成分を分離するのが困難になる。

この場合に、ノック振動領域のノイズに対応する高周波成分をカットすることも考えられるが、筒内圧信号に重畳した電気ノイズや機械ノイズはノック振動とは異なるため、このような単なる高周波カットだけでは筒内圧信号にノイズが残り、このデータを基に演算を行っても有効な解決策とはならない。

(発明の目的)

そこで本発明は、センサで検出した燃焼室圧力の高周波成分をカットした圧力変化波形から1サイクル毎のクランク角に対する燃発生を演算し、例えば正常燃焼による燃発生とノッキングによる燃発生との比をとり、この値によってノックの強度を判定することにより、エンジン機種、センサ出力の個体差に拘らず、しかもロジックを変更することなしにノイズの影響を有効に除去して工数やコストの低減を図り、かつ検出精度を向上させることを目的としている。

5

6

(課題を解決するための手段)

本発明による内燃機関のノッキング検出装置は上記目的達成のため、その基本概念図を第1図に示すように、燃焼圧力若しくはこれに比例して変化する信号を出力する圧力検出手段aと、圧力検出手段aの出力から所定の高周波成分を除去する除去手段bと、エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段cと、エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段dと、圧力検出手段aで検出した燃焼圧力の高周波成分を除去した圧力変化波形およびエンジンの運転状態に基づいて1サイクル中のクランク角に対する全燃発生を演算するとともに、跳込禁止が指令されると前記燃焼圧力の読み込みを停止し、その間は推定手段gにより推定された燃焼圧力を用いて全燃発生を演算を行う全燃演算手段eと、圧力検出手段aの出力から所定の高周波成分を抽出し、該高周波成分のレベルが所定値以上のときあるいはクランク角が所定値のときの1つ以上のものに基づいて前記跳込禁止を指令する禁止指令手段fと、前述跳込禁

止が指令されているとき、その期間は燃焼圧力の前後の値から禁止指令期間中の燃焼圧力を推定する前記推定手段gと、1サイクル中におけるノッキングによる燃発生の開始点を特定する開始点特定手段hと、1サイクル中におけるノッキングによる燃発生を演算するとともに、跳込禁止が指令されると前記全燃演算手段eと同様に、その間は燃焼圧力の読み込みを停止し、推定された燃焼圧力を用いて燃発生を演算するノック燃演算手段iと、1サイクル中の正常燃焼による燃発生または全燃発生のうち1つ以上のものとノッキングによる燃発生との比を演算し、この比に基づいてノッキングの強度を判定するノック強度判定手段jと、を備えている。

(作用)

本発明では、圧力検出手段により検出した燃焼室圧力の高周波成分をカットした圧力変化波形から1サイクル毎のクランク角に対する燃発生が演算される。この場合、燃焼圧力の所定の高周波成分が所定値以上になると、あるいは所定のクラン

7

8

ク角のときの1つ以上の条件が満たされると、燃焼圧力の読み込みが禁止され、その期間は前後の値から燃焼圧力が推定されて燃発生が演算される。

その後、正常燃焼による燃発生(又は全燃発生でもよい)とノッキングによる燃発生との比が求められ、この比に基づいてノック強度が判定される。

したがって、従来のように振動強さを数値化するのとは異なり、クランク角に対する燃発生の变化に基づいているから、エンジン機種、センサ出力の個体差に拘らず、しかもロジックの変更を要せずに精度良くノッキングを検出することが可能になる。また、ノイズの影響が有効に除去され、極めて高精度にノッキングの検出ができる。

(実施例)

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第2～12図は本発明に係る内燃機関のノッキング検出装置の第1実施例を示す図であり、本発明を燃焼制御装置に適用した例を示す図である。

まず、構成を説明する。第2図は燃焼制御装置

の全体構成図であり、この図において、1はエンジンであり、吸入空気はエアクリーナ2から吸気管3を通して各気筒に供給され、燃料は噴射信号S1に基づきインジェクタ4により噴射される。気筒内の混合気は点火信号Spに基づく点火プラグ5の放電作用によって爆発、燃焼し、排気になって排気管6から排出される。

エンジン1に吸入される空気流量Qaはエアフローメータ7により検出され、吸気管3内の絞弁8によって制御される。また、吸気管3内の吸入負圧(ブースト)は吸気圧センサ9により検出され、エンジン1のクランク角はクランク角センサ(クランク角検出手段)10により検出される。なお、クランク角センサ10の出力パルスを計数することにより、エンジン回転数Nが算出される。

排気中の酸素濃度は排気管6に設けた酸素センサ11により検出され、ウォータージャケットを流れる冷却水の温度は水温センサ12により検出される。さらに、各気筒の燃焼圧力(筒内圧)は筒内圧センサ(圧力検出手段)13により検出され、筒内圧

9

10

センサ13は点火プラグ5の座金として締付、固定されている。なお、燃焼圧力に比例して変化する信号を発生するものであれば、筒内圧センサ13に限らず、例えば点火プラグ5の本体に感圧素子を内蔵したようなものでもよい。

上記エアフローメータ7、クランク角センサ10、酸素センサ11および水温センサ12は運転状態検出手段14を構成しており、運転状態検出手段14および筒内圧センサ13からの出力はコントロールユニット20に入力される。コントロールユニット20はマイクロコンピュータや電子回路によって構成され、ノッキングの検出や該検出結果に基づくノック抑制制御およびその他の燃焼制御に必要な処理値を演算し、前記噴射信号 S_i や点火信号 S_p を出力する。

ここで、コントロールユニット20の機能のうち特にノッキング検出に関連する部分の構成は第3図のように示される。第3図において、筒内圧センサ13の出力信号は高周波カットフィルタ21に入力されて所定の高周波成分が除去された後、A/D

D変換器22によってA/D変換され読込禁止回路23に入力される。読込禁止回路23は比較器24の出力が“H”レベルであるとき、A/D変換器22の出力がノック強度演算回路25へ読み込まれるのを禁止し、“L”レベルのときは読み込みを許容する。ここで、高周波カットフィルタ21を用いて高周波成分をカットするのは、ノッキングの検出に際してノイズ成分を有効に除去するためであり、高周波成分をカットするためのカットオフ周波数は第4図に示すようにエンジン回転数 N に比例して変化させる。具体的には、クランク角センサ10の出力に基づいてエンジン回転数 N を算出し、この算出結果によりフィルタ選定回路26が第4図の特性から最適なカットオフ周波数を選定して高周波カットフィルタ21にその旨を出力し、高周波カットフィルタ21はこの選定された周波数帯の高周波成分をカットする。

なお、高周波カットフィルタ21としては、例えばアナログフィルタが用いられる。このフィルタは抵抗成分が周波数依存性を持つ素子の組み合わせ

1 1

せで、入力信号の減衰比に周波数依存を持たせることにより、任意の周波数域を透過、又は遮断するものであり、フィルタの種類としては、ベッセルフィルタやバタワースフィルタがある。上記高周波カットフィルタ21およびフィルタ選定回路26は除去手段27を構成する。なお、高周波カットフィルタ21は、アナログフィルタに限らず、その他のものとして、例えばフーリエ変換を利用したフィルタを用いてもよい。このフィルタは入力信号を各項が各周波数に対応する多項式であるフーリエ級数に展開し、この項のうち、遮断しようとする周波数域に相当する項を削除した多項式を算出し、さらにこの式から再び信号を構成することにより、任意の周波数域を透過又は遮断するフィルタである。

一方、筒内圧センサ13の出力は途中で分岐してハイパスフィルタ28にも入力されており、ハイパスフィルタ28は圧力振動信号のうちから所定の高周波成分のみを通過させて比較器24に出力する。比較器24の他方の入力端子には所定の基準値が入

1 2

力されており、比較器24は圧力振動信号の高周波成分、すなわち所定の高周波振動が基準値を超えると“H”レベルの信号を読込禁止回路23および筒内圧推定回路29に出力する。筒内圧推定回路29(推定手段に相当)29は比較器24の出力が“H”レベルであるとき、筒内圧力(燃焼圧力)の前後の値から読込禁止指令期間中の筒内圧力を推定してノック強度演算回路25に出力する。ノック強度演算回路25には筒内圧推定回路29、読込禁止回路23の信号の他にクランク角センサ10および運転状態検出手段14からの信号も入力されており、ノック強度演算回路25は燃発生演算部(全然演算手段に相当)30、ノッキング燃発生開始点検出部(開始点特定手段に相当)31、ノック部燃発生演算部(ノック燃演算手段に相当)32およびノック強度演算部(ノック強度判定手段に相当)33により構成される。

燃発生演算部30は筒内圧センサ13で検出した燃焼圧力の高周波成分を除去した圧力変化波形からエンジン1の運転状態に基づいて1サイクル中の

1 3

1 4

クランク角に対する全燃発生を演算するとともに、
 跳込禁止が指令されると燃焼圧力の読み込みを停
 止し、その間は筒内圧推定回路29により推定され
 た燃焼圧力を用いて燃発生の演算を行う。ノッキ
 ング燃発生開始点検出部31は1サイクル中におけ
 るノッキングによる燃発生の開始点を特定する。
 また、ノック部燃発生演算部32は1サイクル中
 におけるノッキングによる燃発生を演算し、ノック
 強度演算部33は1サイクル中の全燃発生とノッキ
 ングによる燃発生との比を演算し、この比に基づ
 いてノッキングの強度を判定し、判定結果をノッ
 ク強度信号出力回路34に出力する。ノック強度信
 号出力回路34は該判定結果に対応するノック強度
 信号を発生し、この信号はノック抑制制御の情報
 に用いられる。また、ノッキング制御のみならず、
 例えばノックを検出するためのデータとしてノッ
 ク強度入力計への入力データとして用いられるこ
 ともある。上記跳込禁止回路23、比較器24および
 ハイパスフィルタ28は全体として禁止指令手段35
 を構成する。

15

$$V(\theta) = VST \times \left[\frac{1}{rc-1} + \frac{1+\cos\theta}{2} + \frac{B}{2} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\sin\theta}{B} \right)^2} \right\} \right]$$

$$\text{但し、} B = \frac{2CL}{STL} = \frac{2CL}{2r} = \frac{CL}{r}$$

なる式で表される。また、第7図に示すように圧
 縮行程中の燃焼圧力波形からTDC前60°と44°
 に相当する燃焼圧力 P_1 、 P_2 とその点のボリウ
 ム V_1 、 V_2 とからポリトロプ指数PNを

$$PN = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{\ln V_1 - \ln V_2}$$

として計算する。さらに、実際上は単位クランク
 角毎の燃焼圧力 $P(I)$ とボリウム $V(I)$ が順
 次演算されて全燃発生量が求められるが、各単位
 クランク角毎の演算は、例えば第8図(a)に示
 すように $P(I)$ 、 $V(I)$ に対し次のクランク
 角では $P(I+1)$ 、 $V(I+1)$ として計算さ
 れ、このような圧力変化の内訳は第8図(b)に
 示すようにタイミング t_1 (I に相当)とタイミ

次に、作用を説明する。

エンジン1が運転を開始すると各気筒の燃焼室
 内の燃焼圧力が変化し、1サイクル毎に燃焼圧力
 のピークが現れる。この場合の燃発生の演算は第
 5図に示すように高周波成分を除去された燃焼圧
 力信号の値がノック検出状態における燃料基本噴
 射量 Tp 若しくは吸入負圧(ブースト)や吸入空
 気量の関数として計算される値 P_o 、

$$P_o = \text{func}(Tp \text{ or } Boost)$$

を超えた点から開始される。

燃発生量の計算は後述のステップ S_{15} で実行さ
 れるが、説明の都合上これを先に述べると、具体
 的には次のようにして行われる。いま、第6図に
 示すようにシリンダ36についてストロークボリウ
 ムを VST 、燃焼室ボリウムを VC 、コンロッド
 の長さを CL 、半径を r とすると、圧縮比 rc は

$$rc = \frac{VC + VST}{VC} = e$$

で表され、これから第7図に示すようにあるクラ
 ンク角(θ)における総合のボリウム $V(\theta)$ は

16

ング t_2 ($I+1$ に相当)とでは、燃焼による圧
 力増加とピストン運動による圧力増加の両方が含
 まれている。そして、燃発生量の演算に必要な1
 つの係数 F_k を

$$F_k = \frac{Cv}{R} \quad \left(\approx \frac{0.33}{29.13} \right)$$

但し、 Cv :定積比熱

R :気体定数

とし、圧縮開始点のストロークボリウムを

$$V(1) = VST$$

とすると、全燃発生量 Q_k は

$$Q_k = \sum_{i=1}^n F_k \times \left[\{ P(I+1) - P(I) \} - \left\{ \left(\frac{V(I)}{V(I+1)} \right)^{PN-1} \times P(I) \right\} \times V(I) \right]$$

なる式により求められる。

次に、ノッキングによる燃発生部分の演算を行
 うが、ノッキングによる燃発生部は第9図にハッ
 チングで示すような部分となる。この場合、ノッ

17

18

キングによる燃発生部の開始点としてクランク角に対する燃発生変化の変曲点で燃発生開始点と終了点の中間、又は圧縮上死点（若しくは点火時期）より遅れた変曲点をノックによる燃発生開始点として用いる。このような方法でノック開始点を定めることにより、実際の燃焼状態にマッチして精度良く開始点の特定が行われる。一方、ノッキングによる燃発生の終点としてクランク角に対する燃発生が0となる点を用いる。そして、ノッキングによる燃発生量 Q_n は、ノック開始点と終了点を直線で結び、この直線を超える燃発生部分（ハッチング部分）として求める。

このようにして各燃発生量 Q_n 、 Q_s が演算されると、次いでノック強度演算部33で全燃発生 Q_s とノッキングによる燃発生 Q_n との比 S を

$$S = \frac{Q_n}{Q_s}$$

なる式から求め、この比 S に基づいてノック強度を判定する。

次に、本発明の特徴である燃発生演算処理の推

定部分を含んだノック判定処理のプログラムにつき第10図のフローチャートを参照して説明する。同図に示すプログラムはクランク角の2°信号に同期して実行される。

まず、ステップ S_1 でクランク角センサ10の出力からクランク角 θ を読み込み、ステップ S_2 で燃焼圧力 P を検出する。次いで、ステップ S_3 で今回のクランク角 θ が

$$\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$$

なる関係を満たしているか否かを判別する。 θ_1 、 θ_2 はノック発生と考えられる所定のクランク角で、例えば $\theta_1 = 0^\circ$ ATDC、 $\theta_2 = 50^\circ$ ATDCに設定される。ステップ S_3 でYESのときはステップ S_4 でフラグ FN の値を判別し、NOのときはステップ S_6 にジャンプする。フラグ FN は比較器24の出力が“H”のとき $FN=1$ となり、“L”のとき $FN=0$ となるもので、筒内圧センサ13の出力のノイズが大きくて燃焼圧力 P の読み込みの禁止を指令するフラグである。すなわち、第11図に燃焼圧力 P の変化波形を示すように、

19

該波形にはノッキングによる乱れの他に点火ノイズや機械振動ノイズに起因する乱れが生じている。これは、ハイパスフィルク28によって抽出され、そのレベルが基準値を超えると比較器24の出力が“H”となり、フラグ FN が $FN=1$ となる。そして、 $FN=1$ の期間は燃焼圧力 P の読み込みが禁止されるとともに、この期間は燃焼圧力 P が推定される。

再び第10図のプログラムに戻って、ステップ S_4 で $FN=1$ のときはステップ S_5 で燃焼圧力 P の検出値を $P=\infty$ と置いてステップ S_6 に進み、 $FN=0$ のときはステップ S_6 にジャンプする。ステップ S_6 では該当するクランク角 θ の燃焼圧力 P をそれぞれのメモリにストアしてルーチンを終了する。 $P=\infty$ ということは、この期間は燃焼圧力のデータとして用いず、結局、生データの取り込みを停止するということである。

第12図はノック強度判定のプログラムを示すフローチャートであり、本プログラムは燃焼の1サイクルが終了するタイミングに相当する所定ク

20

ランク角毎に一度実行される。

まず、ステップ S_{11} でストアされた燃焼圧力 P をメモリからサーチし、ステップ S_{12} で $P=\infty$ があるか否かを判別する。 $P=\infty$ があるときには P の読込禁止が指令されている期間であると判断し、ステップ S_{13} で $P=\infty$ となる直前および直後の圧力値をメモリからサーチし、ステップ S_{14} でサーチされた2つの圧力値から $P=\infty$ 時の圧力を補間計算で推定して求め、この推定値を該当するメモリにストアしてステップ S_{15} に進む。一方、ステップ S_{12} で $P=\infty$ がないときは直にステップ S_{15} にジャンプする。ステップ S_{15} では前述したような方法で燃発生を演算し、ステップ S_{16} で前記比 S からノック強度を判定し、さらにステップ S_{17} でこれに相当するノック強度信号を出力してルーチンを終了する。

このように、本実施例では従来のように振動強さを数値化してノッキングを検出するのとは異なり、あくまでもクランク角に対する燃発生の変化に基づいているから、エンジン機種、筒内圧セン

21

22

サ13の取付位置、センサ出力の個体差等に拘らず、しかも検出ロジックの変更を要せずに、精度良くノッキングを検出することができる。

また、ノイズが発生する期間は燃焼圧力の読み込みを停止し、その期間の前後の値から圧力値を推定しているの、ノイズの影響が有効に除去され、極めて高精度のノッキング検出を行うことができる。これは、従来のように高周波成分をカットしている（燃焼圧力は引き続き読み込んでいく）のとは異なり、圧力信号そのものをカットして読み込まないからであり、そのために従来に比して格段と検出精度が向上するのである。

特に、高回転域で高周波の振動成分が増加しても正規のノック成分を燃焼圧力の分析によって分離でき、検出精度が向上する。その結果、ノッキング検出の工数の低下、コストの低下を図ることができる。

なお、上記実施例では比 S を全燃発生 Q_A を分母として演算しているが、これに限るものではなく、例えば正常燃焼による燃発生 $(Q_A - Q_B)$

を演算し、これを分母として

$$S = \frac{Q_B}{Q_A - Q_B}$$

なる式から比 S を求めるようにしてもよい。

次に、第13～17図は本発明の第2実施例を示す図であり、本実施例はノイズ発生期間に予めマスクを行うものである。第13図は主要部のブロック構成図であり、この図において、クランク角センサ10の出力はさらにマスクタイミング設定回路（禁止指令手段に相当）41に入力されており、マスクタイミング設定回路41はマスクすべき所定のクランク角のとき燃焼圧力信号をマスクするような期間を設定し、この結果をA/D変換器22および圧力推定回路42に出力する。A/D変換器22はマスク期間に至ると高周波カットフィルタ21の出力信号をマスクしてノック強度演算回路25への出力を停止する。圧力推定回路（推定手段に相当）42はマスク期間になるとマスク前後の圧力からマスク期間における圧力値を推定してノック強度演算回路25に出力する。その他は第1実施例と同様

2 3

である。

以上の構成において、第14図は燃焼圧力検出のプログラムを示すフローチャートであり、本プログラムはクランク角の2°毎に一度実行される。まず、ステップS₂₁で点火時期T_{adv}を読み込む。次いで、ステップS₂₂でマスクタイミング θ_2 を

$$\theta_2 = T_{adv} - \alpha_0$$

但し、 α_0 ：所定値

として演算し、同様にステップS₂₄でマスクタイミング θ_4 を

$$\theta_4 = T_{adv} + \beta_0$$

但し、 β_0 ：所定値

として演算する。マスクタイミング θ_2 、 θ_4 は第15図に示すように点火時期T_{adv}における点火ノイズをマスクするためのもの（マスク信号を作るため）であり、このマスク期間は燃焼圧力Pの取り込みが禁止される。次いで、ステップS₂₅で吸気弁が閉弁するときのバルブジャンピング終了時間 α_1 をエンジン回転数Nの関数として

$$\alpha_1 = f_{unc}(N)$$

2 4

なる式から演算する。これは、回転数Nにより α_1 の値が異なるからである。また、ステップS₂₆では同様に排気弁が閉弁するときのバルブジャンピング終了時間 β_1 をエンジン回転数Nの関数として

$$\beta_1 = f_{unc}(N)$$

なる式から演算する。次いで、ステップS₂₇でマスクタイミング θ_2 を

$$\theta_2 = \theta_2 + \alpha_1$$

但し、 θ_2 ：吸気弁閉タイミングに相当するクランク角

として演算し、同様にステップS₂₈でマスクタイミング θ_4 を

$$\theta_4 = \theta_4 + \beta_1$$

但し、 θ_4 ：排気弁閉タイミングに相当するクランク角

として演算する。これらのマスクタイミング θ_2 、 θ_4 は第16図に示すように吸・排気弁の閉弁時における機械的ノイズをマスクするためのものであり、クランク角でタイミングを表したものである。

2 5

2 6

なお、第15図中では時間でタイミングを表しており、吸気弁が閉じる期間は $T_{in} \sim T_{in} + \alpha$ (但し、 θ_1 は T_{in} に対応)、排気弁が閉じる期間は $T_{ex} \sim T_{ex} + \beta$ (但し、 θ_3 は T_{ex} に対応) として、これらの期間は燃焼圧力 P の取り込みが禁止される。

以上の処理により予め燃焼圧力 P の取り込みを禁止する期間が定められたので、次いでステップ $S_{22} \sim S_{34}$ で今回のクランク角を $\theta_1 \sim \theta_4$ とそれぞれ比較し、クランク角 θ が

$(\theta_1 \sim \theta_2)$

$(\theta_2 \sim \theta_4)$

$(\theta_5 \sim \theta_6)$

の間にあるときは直ちに今回のルーチンを終了して燃焼圧力 P の取り込みを行わない。一方、クランク角 θ が $\theta_1 \sim \theta_4$ の何れかと等しいときはマスク期間の直前、直後の検出値とするためにステップ $S_{35} \sim S_{38}$ でそれぞれ燃焼圧力 P の A/D 変換値を $P_1 \sim P_4$ として取り込み、その後 P_1, P_2, P_3 についてはステップ S_{40} で該当するク

ランク角 θ の圧力値をそれぞれのメモリにストアしてルーチンを終了する。また、圧力値 P_1, P_2, P_3 についてはステップ $S_{41} \sim S_{43}$ でそれぞれ次式に従ってマスク期間 $(\theta_1 \sim \theta_2), (\theta_2 \sim \theta_4), (\theta_5 \sim \theta_6)$ における圧力値 $P(\theta)$ を推定する。この推定は、例えば一時補間又は二次補間の演算により行う。

$$P(\theta)(\theta_1 \sim \theta_2) = \text{func}(P_1, P_2)$$

$$P(\theta)(\theta_2 \sim \theta_4) = \text{func}(P_2, P_4)$$

$$P(\theta)(\theta_5 \sim \theta_6) = \text{func}(P_3, P_6)$$

そして、推定後は何れもステップ S_{40} に進む。一方、 $\theta < \theta_1, \theta_2 < \theta < \theta_3, \theta_4 < \theta < \theta_5$ および $\theta > \theta_6$ のときは共にステップ S_{40} で燃焼圧力 P を A/D 変換して取り込み、次いでステップ S_{40} に進む。

次に、第17図のプログラムでノック強度判定を行うが、本プログラムは所定クランク角、例えば θ_0 以後で燃焼の1サイクルが終了するタイミングに同期して実行される。内容的には第1実施例と同様であり、ステップ S_{31} で前述したような方

27

法で燃発生を演算し、ステップ S_{32} で前記比 S からノック強度を判定し、さらにステップ S_{33} でこれに相当するノック強度信号を出力してルーチンを終了する。

このように、本実施例ではノイズ発生期間を予め検討し、この期間についてはマスキング処理を行い、しかも圧力値は推定により得ているので、点火ノイズ、機械ノイズによる燃焼圧力検出の誤差を無くすることができ、ノッキング検出の精度をより有効に高めることができる。

(効果)

本発明によれば、エンジン機種、センサの取付位置、センサ出力の個体差等に関らず、しかも検出ロジックの変更を要せずに精度良くノッキングを検出することができ、ノッキング検出の工数およびコストを低下させることができる。

また、燃焼圧力にノイズ成分があるときはその取り込みを停止し、その間は検出値を推定しているので、ノイズの悪影響を避けて燃発生の演算精度を高めることができ、ノッキング検出精度を格

28

段と向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の基本概念図、第2～12図は本発明に係る内燃機関のノッキング検出装置の第1実施例を示す図であり、第2図はその全体構成図、第3図はその主要部のブロック構成図、第4図はそのカットオフ周波数の特性を示す図、第5図はその燃発生演算の開始点を説明する図、第6図はその圧縮比の算出を説明する模式図、第7図はその燃焼圧力波形の一部を示す図、第8図(a) (b) はその燃焼圧力の増加を説明する図、第9図はその燃発生の演算を説明する図、第10図はそのノック強度判定のプログラムを示すフローチャート、第11図はその燃焼圧力波形と誤差禁止区間の関係を示す図、第12図はそのノック強度判定のプログラムを示すフローチャート、第13～17図は本発明に係る内燃機関のノッキング検出装置の第2実施例を示す図であり、第13図はその主要部のブロック構成図、第14図はその燃焼圧力検出のプログラムを示すフローチャート、第15図はその燃

29

30

焼圧力波形とマスク期間の関係を示す図、第16図はその燃焼圧力波形とマスク期間の関係を示す図、第17図はそのノック強度判定のプログラムを示すフローチャートである。

- 1 ……エンジン、
- 4 ……インジェクタ、
- 5 ……点火プラグ、
- 7 ……エアフローメータ、
- 9 ……吸気圧センサ、
- 10 ……クランク角センサ、
- 13 ……筒内圧センサ、
- 14 ……運転状態検出、
- 20 ……コントロールユニット、
- 21 ……高周波カットフィルタ、
- 22 ……A/D変換器、
- 23 ……送込禁止回路、
- 24 ……比較器、
- 25 ……ノック強度演算回路、
- 26 ……フィルタ選定回路、
- 27 ……除去手段、

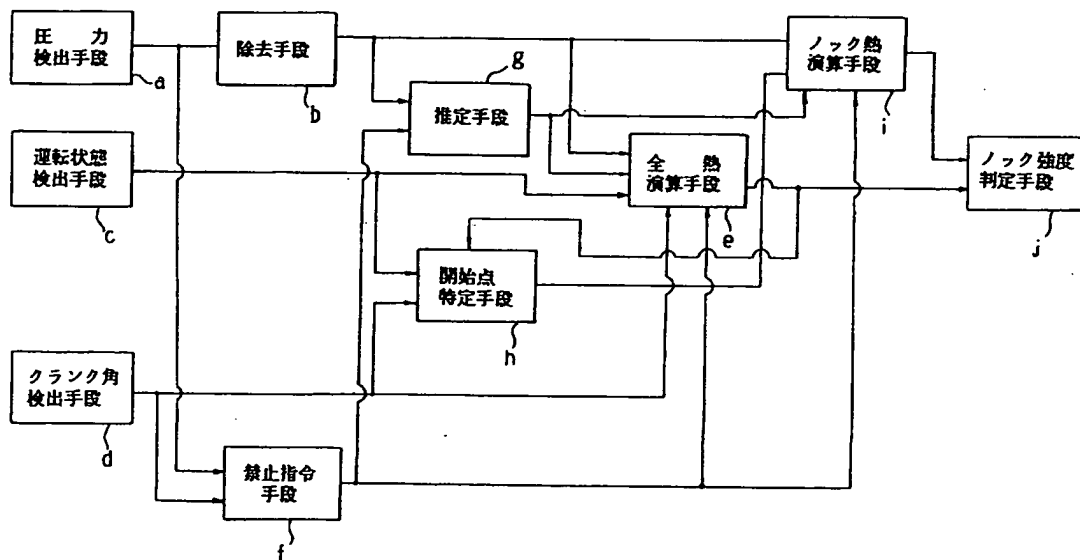
- 28 ……バイパスフィルタ、
- 29 ……筒内圧推定回路（推定手段）、
- 30 ……燃発生演算部（全熱演算手段）、
- 31 ……ノッキング燃発生開始点検出部（開始点特定手段）、
- 32 ……ノッキング燃発生開始点検出部（ノック熱演算手段）、
- 33 ……ノック強度演算部（ノック強度判定手段）、
- 34 ……ノック強度信号出力回路、
- 35 ……禁止指令手段、
- 41 ……マスクタイミング設定回路（禁止指令手段）、
- 42 ……圧力推定回路（推定手段）。

特 許 出 願 人 日産自動車株式会社
代 理 人 弁 理 士 有 我 軍 一 郎

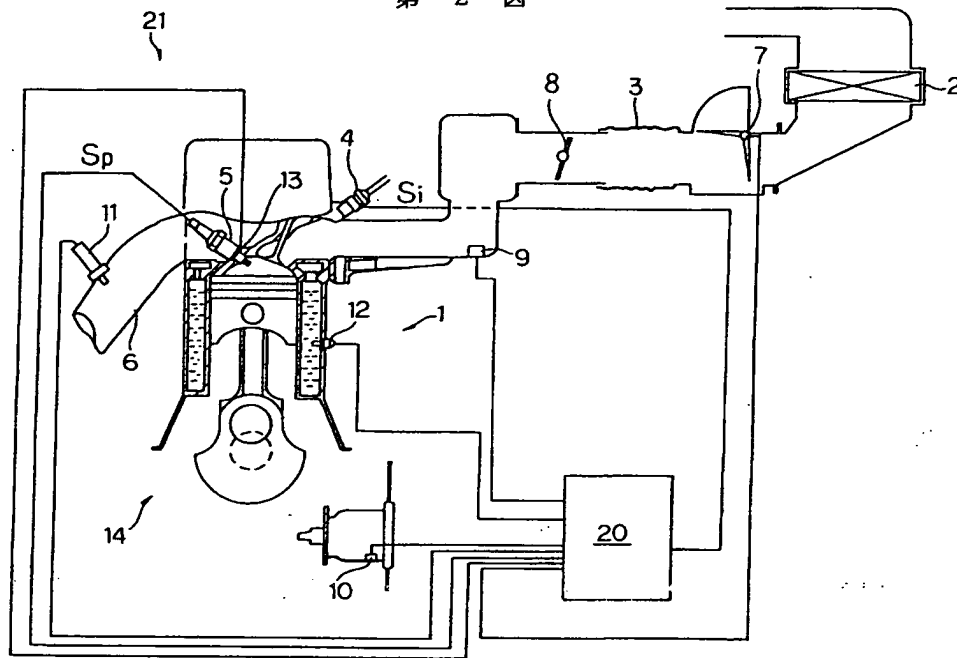
3 1

3 2

第 1 図

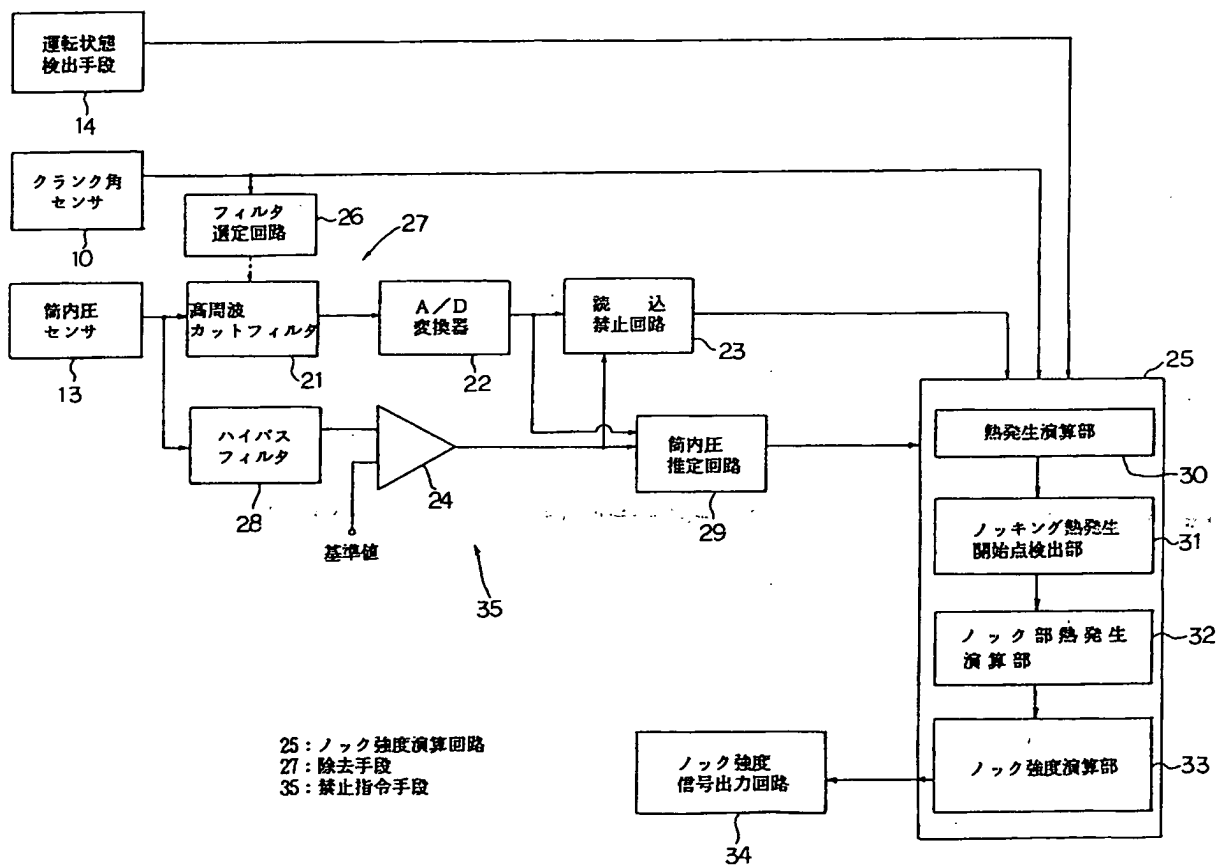


第 2 図

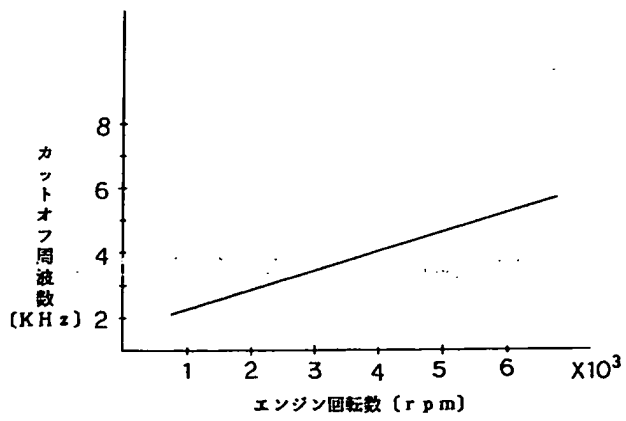


- 1 : エンジン
- 4 : インジェクタ
- 5 : 点火プラグ
- 7 : エアフローメータ
- 9 : 吸気圧センサ
- 10 : クランク角センサ
- 13 : 筒内圧センサ (圧力検出手段)
- 14 : 運転状態検出手段
- 20 : コントロールユニット

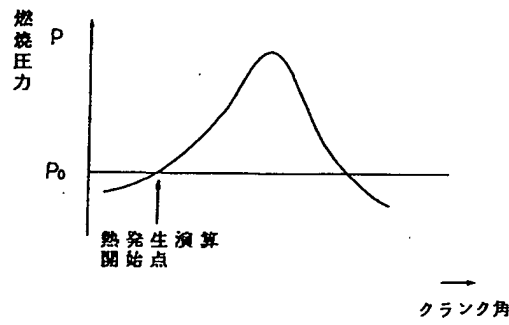
第 3 図



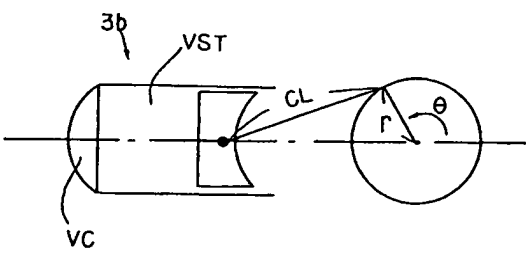
第 4 図



第 5 図

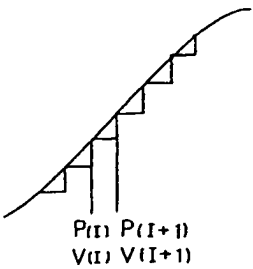
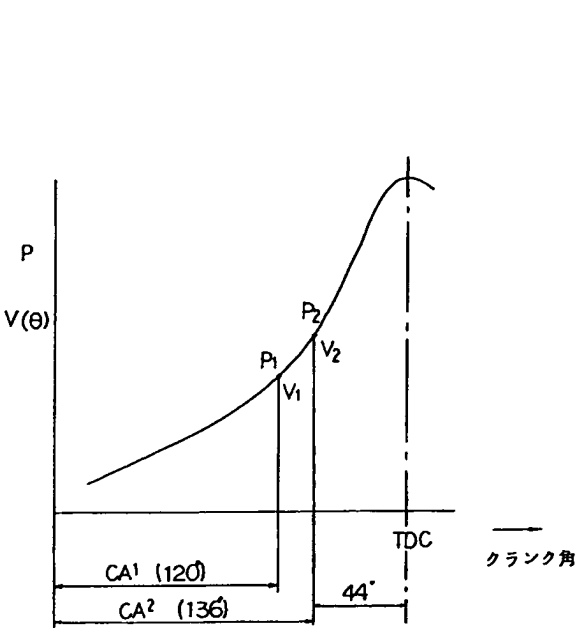


第 6 図

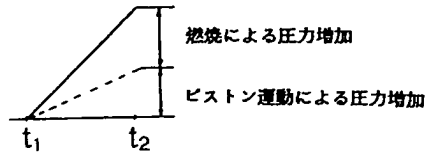


第 8 図 (a)

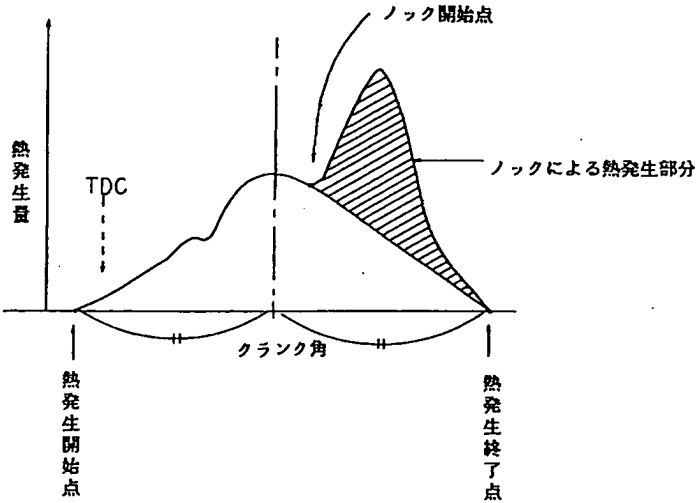
第 7 図



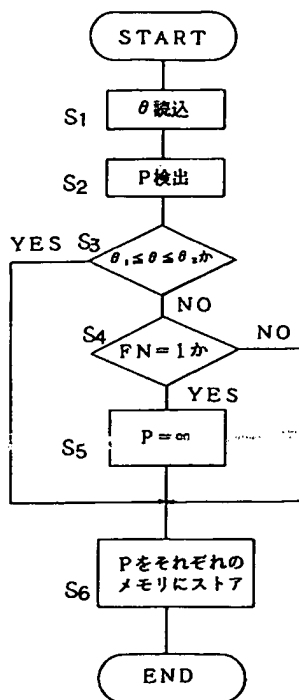
第 8 図 (b)



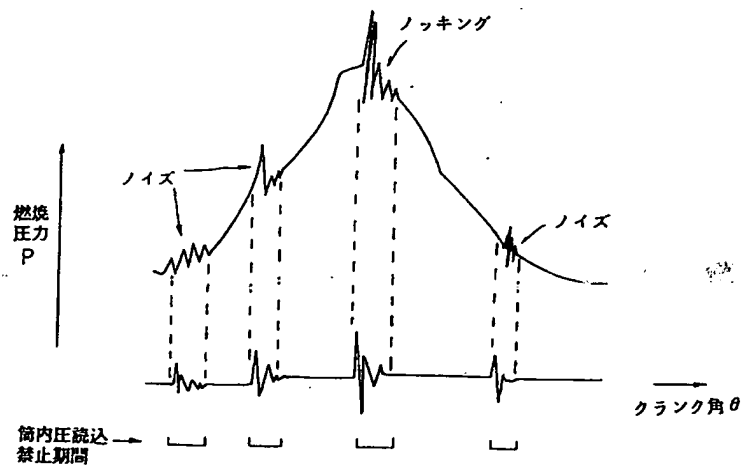
第 9 図



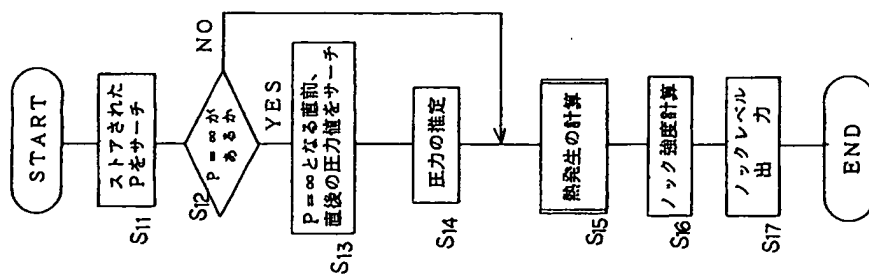
第 10 図



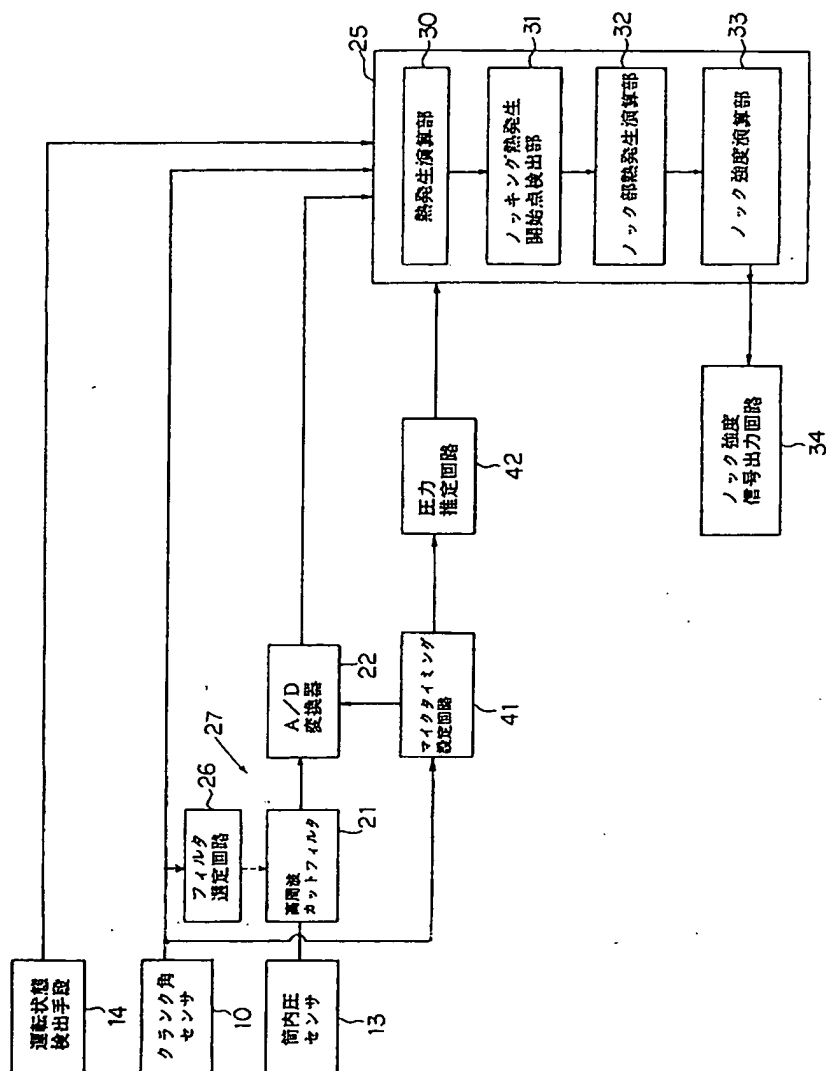
第 11 図



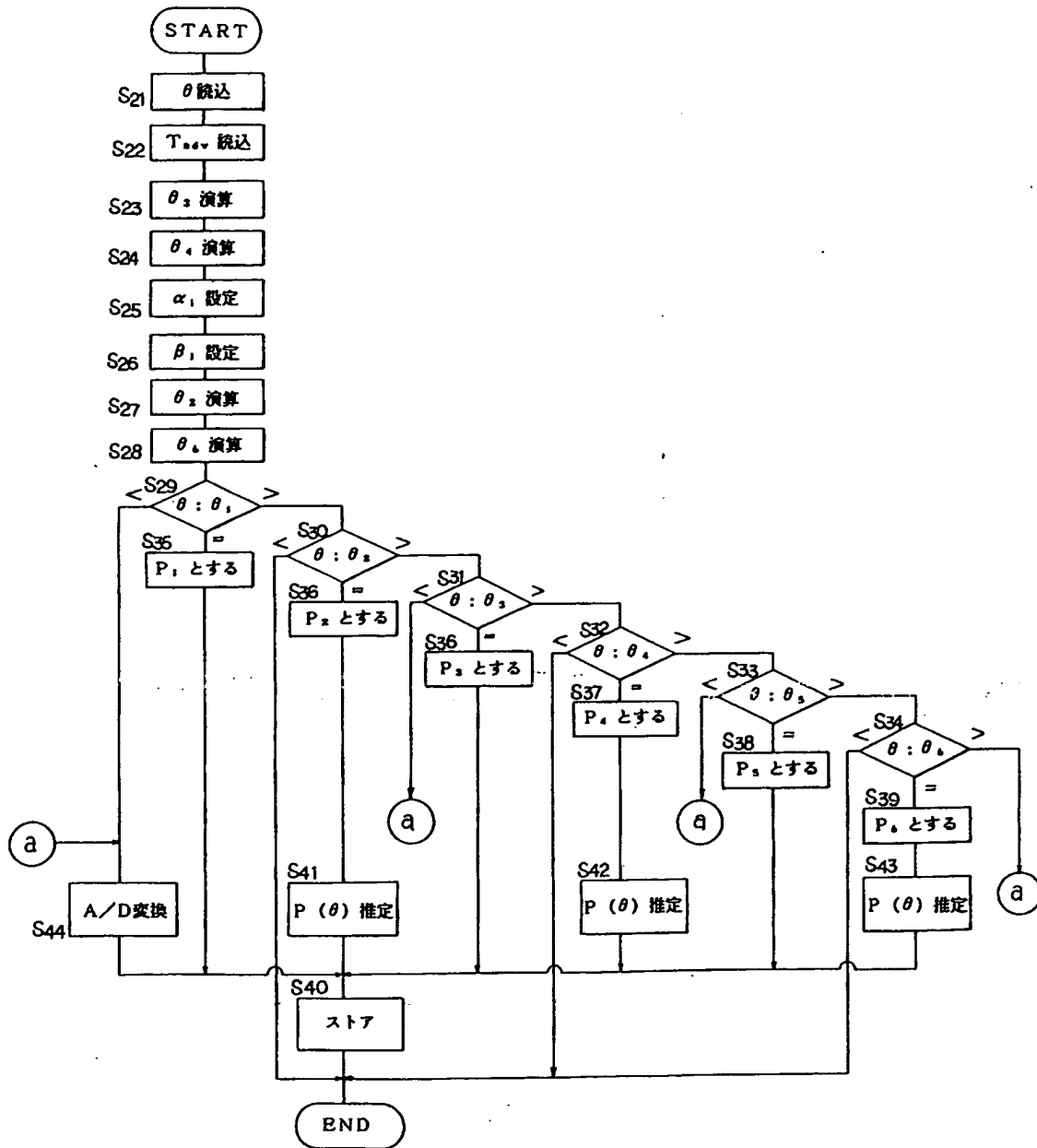
第 12 図



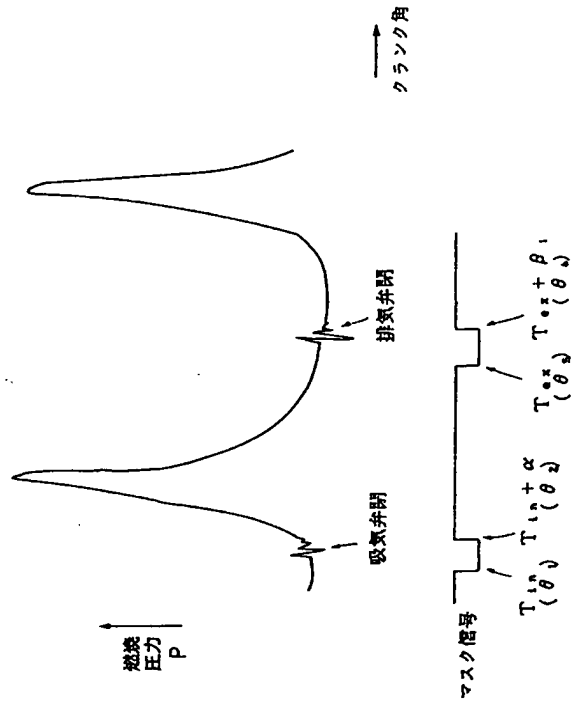
第 13 図



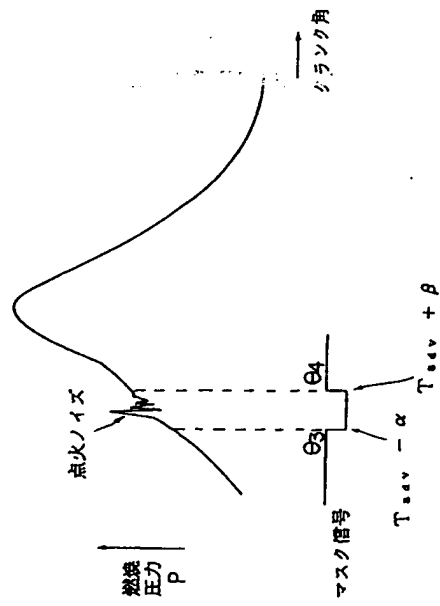
第 14 図



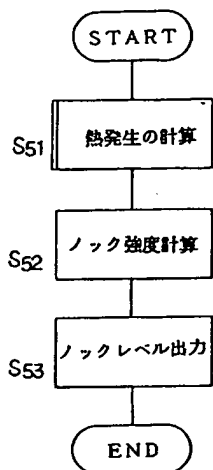
第 16 図



第 15 図



第 17 図



手続補正書 (自発)

5. 補正の対象

図面

6. 補正の内容

図面の第11図を前紙の通り補正する。

以上

平成1年11月15日

特許庁長官 吉田 文毅 殿

1. 事件の表示

特願平1-230146号

2. 発明の名称

内燃機関のノッキング検出装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

名称 (399) 日産自動車株式会社

4. 代理人 〒151

住所 東京都渋谷区代々木2丁目6番9号

第2田中ビル

氏名 弁理士(7260)有我軍一郎

電話 370-2470

方式 関
審査



第 11 図

